

05/8025

ISR ①

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-162139

(43)Date of publication of application : 19.06.1998

(51)Int.Cl.

G06T 7/00  
G01B 11/00

(21)Application number : 08-317740

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 28.11.1996

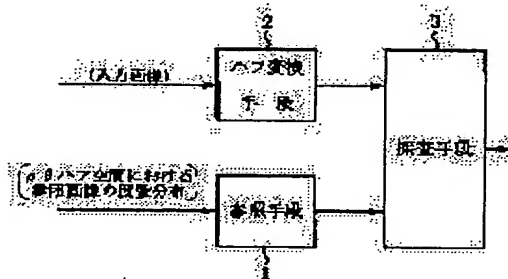
(72)Inventor : OKITA SHINICHI

## (54) IMAGE PROCESSOR, AND MEDIUM WHERE IMAGE PROCESSING PROGRAM IS RECORDED

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To easily and fast search a reference image from in an input image as to an image processor, which searches a specified reference image from an externally supplied input image, and a medium where the image processing program for actualizing the processor by using a computer.

**SOLUTION:** The image processor, which searches, from the given input image, the specified reference image, is equipped with a reference means 1, which previously stores a frequency distribution  $S_{\theta}$  in a  $\theta$ -Hough space found by processing and input image by Hough transformation, a Hough transforming means 2, which transforms the input image into the frequency distribution  $T_{\theta}$  in the  $\theta$ -Hough space by Hough transformation, and a search means 3 which decides the correlation between the said frequency distribution  $T_{\theta}$  and frequency distribution  $s_{\theta}$  and judges 'whether or not a reference image in the input image' from whether or not they correlate to each other.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-162139

(43)公開日 平成10年(1998) 6月19日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

G 0 6 T 7/00

G 0 6 F 15/70

3 3 0 F

G 0 1 B 11/00

G 0 1 B 11/00

H

G 0 6 F 15/62

4 0 0

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 13 頁)

(21)出願番号 特願平8-317740

(22)出願日 平成8年(1996)11月28日

(71)出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72)発明者 沖田 晋一

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株

式会社ニコン内

(74)代理人 弁理士 古谷 史旺 (外1名)

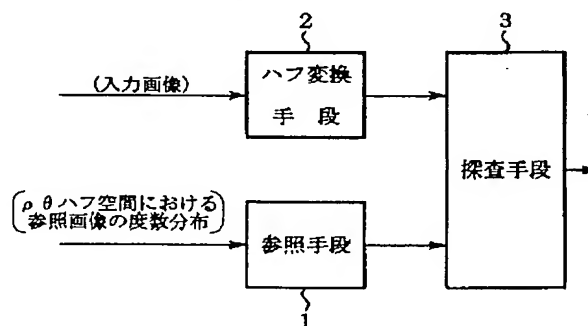
(54)【発明の名称】 画像処理装置、および画像処理プログラムを記録した媒体

(57)【要約】

【課題】 本発明は、外部から与えられた入力画像から、所定の参照画像を探索する画像処理装置、およびその装置をコンピュータを用いて実現するための画像処理プログラムを記録した媒体に関し、入力画像内から参照画像を簡便かつ高速に探索することを目的とする。

【解決手段】 与えられた入力画像から所定の参照画像を探索する画像処理装置であって、参照画像にハフ変換を施して求めた $\rho\theta$ ハフ空間上の度数分布 $S\rho\theta$ を、予め記憶する参照手段1と、入力画像にハフ変換を施し、 $\rho\theta$ ハフ空間上の度数分布 $T\rho\theta$ に変換するハフ変換手段2と、ハフ変換手段2により変換された度数分布 $T\rho\theta$ と、参照手段1に記憶された度数分布 $S\rho\theta$ との相関を判定し、その相関の有無により「入力画像内における参照画像の有無」を判断する探索手段3とを備えて構成される。

請求項1, 2に記載の発明に対応する原理ブロック図



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 与えられた入力画像から、所定の参照画像を探索する画像処理装置であって、  
前記参照画像にハフ変換を施して求めた $\rho\theta$ ハフ空間上の度数分布を、予め記憶する参照手段と、  
前記入力画像にハフ変換を施し、 $\rho\theta$ ハフ空間上の度数分布に変換するハフ変換手段と、  
前記ハフ変換手段により変換された度数分布と、前記参照手段に記憶された度数分布との相関を判定し、前記相関の有無により前記参照画像の有無を判断する探索手段と、  
を備えたことを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】 請求項1に記載の画像処理装置において、  
前記探索手段は、

$$\rho = \rho / (\rho \text{の平均値})$$

$$\theta = \theta - (\theta \text{の平均値})$$

に基づいて規格化された $\rho\theta$ ハフ空間上において、前記入力画像の度数分布と前記参照画像の度数分布との相関を判定し、前記相関の有無により前記参照画像の有無を判断することを特徴とする画像処理装置。

【請求項3】 請求項1または請求項2に記載の画像処理装置において、  
前記探索手段は、  
前記ハフ変換手段により変換された度数分布と、前記参照手段に記憶された度数分布との相互相関係数を算出する相関算出手段と、  
前記相関算出手段により算出された相互相関係数に基づいて相関を判定し、前記相関の有無により前記参照画像の有無を判断する相関判定手段とを備えたことを特徴とする画像処理装置。

【請求項4】 請求項1ないし請求項3のいずれか1項に記載の画像処理装置において、  
前記入力画像に対し濃度値のグラジエントを求め、グラジエント方向が一致し、かつ連続するエッジ群を抽出する連続エッジ抽出手段と、  
前記連続エッジ抽出手段により抽出されたエッジ群の画素数を計数し、前記参照画像におけるエッジ群の画素数との相関を判定するエッジ判定手段とを備え、  
前記探索手段は、  
前記エッジ判定手段において相関有りと判定された入力画像と参照画像とについて、前記探索を実行することを特徴とする画像処理装置。

【請求項5】 請求項1ないし請求項3のいずれか1項に記載の画像処理装置をコンピュータを用いて実現するための画像処理プログラムを記録した媒体であって、  
コンピュータを、前記参照手段、前記ハフ変換手段および前記探索手段として機能させるための画像処理プログラムを記録した媒体。

【請求項6】 請求項4に記載の画像処理装置をコンピ

ュータを用いて実現するための画像処理プログラムを記録した媒体であって、  
コンピュータを、前記参照手段、前記ハフ変換手段、前記探索手段、前記連続エッジ抽出手段および前記エッジ判定手段として機能させるための画像処理プログラムを記録した媒体。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、与えられた入力画像の中から、所定の参照画像を探索する画像処理装置、およびその装置をコンピュータを用いて実現するための画像処理プログラムを記録した媒体に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、レーザー加工装置やステッパーでは、加工対象のアライメントマークなどを自動認識して位置合わせを行うものが実用化されている。また、文字の自動認識を行う装置や、ベルトコンベアを流れる物品の自動区分を行う装置も実用化されている。

【0003】これらの装置では、入力されたカメラの画像や文字の画像の中から、予め登録された参照画像を探索する処理が重要となる。このような画像処理に使用するため、入力画像の中から参照画像を探索する画像処理装置や、そのための画像処理プログラムが開発されている。近時、この種の画像処理装置としては、一般化ハフ変換を利用したものがよく知られている。

【0004】図13は、この種の一般化ハフ変換による画像処理（従来例）を説明する図である。ここでは、入力画像内から参照画像71を探索するケースについて説明する。

【0005】まず、参照画像71が、画像処理装置に予め登録される。この登録に際して、画像処理装置は、参照画像71の上に基準点 $R_g(X_g, Y_g)$ を設定する。この基準点 $R_g$ は、参照画像71の重心位置その他の適当な位置に設定される。次に、画像処理装置は、参照画像71の濃度値について画素ごとのグラジエントを求め、このグラジエントの大きさ（エッジ強度）からエッジラインを抽出する。

【0006】画像処理装置は、このエッジラインの上のいくつかの点を、画像の特徴を示す点 $F_j$ （以下「特徴点 $F_j$ 」という）に選定する。ここで、画像処理装置は、特徴点 $F_j$ の個々について、下記（1）～（4）の処理を逐一実行する。

【0007】（1）特徴点 $F_j$ のグラジエント方向に基づいて、特徴点 $F_j$ におけるエッジラインの接線方向 $\theta_j$ を算出する。

（2）特徴点 $F_j$ におけるエッジラインの接線と、特徴点 $F_j$ および基準点 $R_g$ を結ぶ直線とがなす方位角 $\phi_j$ を算出する。

（3）特徴点 $F_j$ と基準点 $R_g$ との距離 $r_j$ を算出する。

(4) このように算出された値 $\theta_j$ ,  $\phi_j$ ,  $r_j$ を組にして、内部メモリ上の参照テーブル72に格納する。

以上の処理により、参照画像71をモデル表現した参照テーブル72が完成する。

【0008】この参照テーブル72を用いて、次のように参照画像71の探査が実行される。まず、画像処理装置は、外部から入力画像を取り込み、入力画像の濃度値のグラジエントを求める。画像処理装置は、このグラジエントの大きさ(エッジ強度)からエッジラインを抽出する。画像処理装置は、このエッジライン上のいくつかの点(X, Y)を、入力画像の特徴点Fiに選定する。

【0009】ここで、画像処理装置は、入力画像の特徴

$$Xc = X + r_j \cdot S \cdot \cos(\theta_j + \phi_j) \quad \dots (1)$$

$$Yc = Y + r_j \cdot S \cdot \sin(\theta_j + \phi_j) \quad \dots (2)$$

を算出し、基準点の候補Rc(Xc, Yc)を得る。

(6) このように得られたパラメータ値Xc, Yc,  $\theta_r$ , Sに対応して、四次元パラメータ空間に設定された累積値A(Xc, Yc,  $\theta_r$ , S)をインクリメントする。

【0010】以上の処理により、入力画像が、四次元パラメータ空間上に一般化ハフ変換される。画像処理装置は、このような一般化ハフ変換を、回転角 $\theta_r$ および倍率Sを所定の刻み値だけ変更しながら繰り返す。

【0011】仮に、入力画像内に参照画像が含まれていると、累積値Aの度数分布には極大点が生じる。そこで、画像処理装置は、所定の閾値を超える累積値A(Xc, Yc,  $\theta_r$ , S)を検出ポイントとして抽出する。この検出ポイントのパラメータ値(Xc, Yc,  $\theta_r$ , S)に基づいて、回転角 $\theta_r$ および倍率Sで線形写像された参照画像が、入力画像内の基準点(Xc, Yc)の位置に存在することが推定される。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述のような画像処理装置では、入力画像の特徴点Fiの数をNfとし、回転角 $\theta_r$ の刻み数をN $\theta$ とし、倍率Sの刻み数をNsとすると、(Nf・N $\theta$ ・Ns)回の膨大な演算処理を実行しなければならないという問題点があった。

【0013】さらに、入力画像の画素単位に走査しながら探査を行うような場合には、入力画像の画素サイズを横Sx画素とし、縦Sy画素とすると、(Sx・Sy・Nf・N $\theta$ ・Ns)回にも及ぶ膨大な演算処理を実行しなければならないという問題点があった。

【0014】このように膨大な演算処理を実行するため、参照画像の探査に必要な所要時間が長く、高速な画像処理を要求される分野には適用できないという問題点があった。そこで、請求項1に記載の発明では、入力画像内から参照画像を簡便かつ迅速に探査することができる画像処理装置を提供することを目的とする。

【0015】請求項2に記載の発明では、請求項1の目的と併せて、入力画像内の参照画像が回転または拡大縮

点Fiの個々について、下記(1)～(6)の処理を逐一実行する。

(1) 回転角 $\theta_r$ , 倍率Sを設定する。

(2) 特徴点Fiのグラジエント方向に基づいて、特徴点Fiにおけるエッジラインの接線方向 $\theta_i$ を算出する。

(3) 参照テーブル72の中から、「接線方向 $\theta_i$ と回転角 $\theta_r$ との加算値」に近い接線方向 $\theta_j$ を探索する。

(4) 参照テーブル72の中から、探索された接線方向 $\theta_j$ に対応する数値( $r_j$ ,  $\phi_j$ )を得る。

(5) これらの数値に基づいて

小された状態においても、この参照画像を簡便かつ迅速に探査することができる画像処理装置を提供することを目的とする。

【0016】請求項3に記載の発明では、請求項1の目的と併せて、参照画像の特徴点数と、入力画像の特徴点数とが相違している場合にも、参照画像の探査を的確に行うことができる画像処理装置を提供することを目的とする。

【0017】請求項4に記載の発明では、請求項1の目的と併せて、入力画像内から参照画像を一段と迅速に探査することができる画像処理装置を提供することを目的とする。

【0018】請求項5に記載の発明では、コンピュータを用いて請求項1～3の画像処理装置を実現するための画像処理プログラムが記録された媒体を、発明の一態様として明示する。請求項6に記載の発明では、コンピュータを用いて請求項4の画像処理装置を実現するための画像処理プログラムが記録された媒体を、発明の一態様として明示する。

【0019】

【課題を解決するための手段】図1は、請求項1, 2に記載の発明に対応する原理ブロック図である。請求項1に記載の発明は、与えられた入力画像から所定の参照画像を探索する画像処理装置であって、参照画像にハフ変換を施して求めた $\rho\theta$ ハフ空間上の度数分布 $S_{\rho\theta}$ を、予め記憶する参照手段1と、入力画像にハフ変換を施し、 $\rho\theta$ ハフ空間上の度数分布 $T_{\rho\theta}$ に変換するハフ変換手段2と、ハフ変換手段2により変換された度数分布 $T_{\rho\theta}$ と、参照手段1に記憶された度数分布 $S_{\rho\theta}$ との相関を判定し、その相関の有無により「入力画像内における参照画像の有無」を判断する探査手段3とを備えたことを特徴とする。

【0020】請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の画像処理装置において、探査手段3は、

$$\rho = \rho / (\rho \text{の平均値})$$

$$\theta = \theta - (\theta \text{の平均値})$$

に基づいて規格化された $\rho\theta$ ハフ空間上において、入力画像の度数分布 $T\rho\theta$ と参照画像の度数分布 $S\rho\theta$ との相関を判定し、その相関の有無により参照画像の有無を判断することを特徴とする。

【0021】図2は、請求項3に記載の発明に対応する原理ブロック図である。請求項3に記載の発明は、請求項1または請求項2に記載の画像処理装置において、探査手段3は、ハフ変換手段2により変換された度数分布 $T\rho\theta$ と、参照手段1に記憶された度数分布 $S\rho\theta$ との相互相関係数を算出する相関算出手段3aと、相関算出手段3aにより算出された相互相関係数に基づいて相関を判定し、その相関の有無により参照画像の有無を判断する相関判定手段3bとを備えたことを特徴とする。

【0022】図3は、請求項4に記載の発明に対応する原理ブロック図である。請求項4に記載の発明は、請求項1ないし請求項3のいずれか1項に記載の画像処理装置において、入力画像に対して濃度値のグラジエントを求めて、グラジエント方向が一致し、かつ連続するエッジ群を抽出する連続エッジ抽出手段4と、連続エッジ抽出手段4により抽出されたエッジ群の画素数を計数し、参照画像におけるエッジ群の画素数との相関を判定するエッジ判定手段5とを備え、探査手段3は、エッジ判定手段5において相関有りと判定された入力画像と参照画像とについて、請求項1～3の探査を実行することを特徴とする。

【0023】請求項5に記載の発明は、請求項1ないし請求項3のいずれか1項に記載の画像処理装置をコンピュータを用いて実現するための画像処理プログラムを記録した媒体であって、コンピュータを、上記の参照手段1、ハフ変換手段2および探査手段3として機能させるための画像処理プログラムを記録した媒体である。

【0024】請求項6に記載の発明は、請求項4に記載の画像処理装置をコンピュータを用いて実現するための画像処理プログラムを記録した媒体であって、コンピュータを、上記の参照手段1、ハフ変換手段2、探査手段3、連続エッジ抽出手段4およびエッジ判定手段5として機能させるための画像処理プログラムを記録した媒体である。

【0025】（作用）請求項1にかかわる画像処理装置では、ハフ変換手段2が、外部からの入力画像にハフ変換を施し、 $\rho\theta$ ハフ空間上の度数分布 $T\rho\theta$ に変換す

$$\{T\rho\theta - (T\rho\theta \text{の平均値})\} = A \cdot \{S\rho\theta - (S\rho\theta \text{の平均値})\}$$

をほぼ満足する定数 $A$  ( $A > 0$ ) が存在する。この定数 $A$ の値は、特徴点数の違いにより生じる値である。このようなケースにおいても、相互相関係数の値は、 $A$ の値に一切かわらず、ほぼ「1」の値を取る。

【0032】このように、請求項3の発明では、相互相関係数を用いて相関判定を行うことにより、画素密度や特徴点数の違いを考慮せずに、度数分布 $T\rho\theta$ 、 $S\rho\theta$

る。一方、参照手段1には、参照画像にハフ変換を施して得られた $\rho\theta$ ハフ空間上の度数分布 $S\rho\theta$ が、予め記憶されている。

【0026】探査手段3は、 $\rho\theta$ ハフ空間上において、これらの度数分布 $T\rho\theta$ 、 $S\rho\theta$ の相関を判定する。探査手段3は、この相関の高さに応じて、入力画像内に参照画像が存在するか否かを判断する。請求項2にかかわる画像処理装置では、探査手段3が、下式に基づいて規格化された $\rho\theta$ ハフ空間上において、入力画像の度数分布 $T\rho\theta$ と参照画像の度数分布 $S\rho\theta$ との相関を判定する。

【0027】

$$\rho = \rho / (\rho \text{の平均値}) \quad \dots (3)$$

$$\theta = \theta - (\theta \text{の平均値}) \quad \dots (4)$$

上記の(3)式では、入力画像の度数分布 $T\rho\theta$ と参照画像の度数分布 $S\rho\theta$ とが、それぞれ $\rho$ 軸方向に規格化されることにより、入力画像と参照画像との間における倍率の違いが抑制される。

【0028】一方、上記の(4)式では、入力画像の度数分布 $T\rho\theta$ と参照画像の度数分布 $S\rho\theta$ とが、それぞれ $\theta$ 軸方向に規格化されることにより、入力画像と参照画像との間における回転角の違いが抑制される。

【0029】このように、規格化された $\rho\theta$ ハフ空間上では、入力画像と参照画像との間に本来存在する倍率および回転角の違いを考慮せずに、相互の相関を判定することができる。したがって、回転または拡大縮小された参照画像を、入力画像内から簡便かつ迅速に探査することが可能となる。

【0030】請求項3にかかわる画像処理装置では、相関算出手段3aが、入力画像の度数分布 $T\rho\theta$ と、参照画像の度数分布 $S\rho\theta$ とをそれぞれ取り込み、これらの度数分布について相互相関係数を算出する。相関判定手段3bは、この相互相関係数の大きさに応じて、入力画像内に参照画像が存在するか否かを判断する。

【0031】ここで、相互相関係数は、度数分布 $T\rho\theta$ 、 $S\rho\theta$ の間の共分散を、個々の度数分布の標準偏差で規格化した値である。したがって、相互相関係数においては、参照画像と入力画像との間の画素密度の違いや、特徴点数の違いなどが適切に抑制される。例えば、参照画像の特徴点数と入力画像の特徴点数とが異なり、かつ度数分布 $T\rho\theta$ 、 $S\rho\theta$ の相関が極端に高い場合、

$$\dots (5)$$

の相関を的確に判定することができる。請求項4にかかわる画像処理装置では、連続エッジ抽出手段4が、入力画像に対して濃度値のグラジエントを求める。連続エッジ抽出手段4は、このグラジエントの方向が一致し、かつ連続するエッジ群を抽出する。

【0033】エッジ判定手段5は、これらのエッジ群の画素数をそれぞれ計数し、参照画像におけるエッジ群の

画素数との相関を判定する。このような相関判定は、エッジ群の画素数の配分のみを簡便かつ迅速に比較するものである。したがって、この相関判定における「相関なし」の判定に基づいて、入力画像内に参照画像が存在しないと即座に判断することができる。

【0034】しかしながら、画像の一部特徴に限って比較を行うことになるので、この相関判定における「相関あり」の判定のみに基づいて、入力画像内に参照画像が存在すると即断することは困難である。そこで、このエッジ群の画素数に関する相関判定を、探査手段3における探査候補の絞り込みに使用する。このような探査候補の絞り込みにより、相関の可能性が低い画像を簡便かつ迅速に除外し、探査処理に要する処理時間を大幅に短縮することができる。

【0035】請求項5にかかわる媒体には、上記の参照手段1、ハフ変換手段2および探査手段3をコンピュータを用いて実現するためのプログラムが記録される。この媒体上のプログラムを、コンピュータにおいて実行することにより、請求項1〜3のいずれか1項に記載の構成要件が全て揃い、コンピュータが画像処理装置として機能する。

【0036】請求項6にかかわる媒体には、上記の参照手段1、ハフ変換手段2、探査手段3、連続エッジ抽出手段4およびエッジ判定手段5をコンピュータを用いて実現するためのプログラムが記録される。この媒体上のプログラムを、コンピュータにおいて実行することにより、請求項4に記載の構成要件が全て揃い、コンピュータが画像処理装置として機能する。

【0037】

【発明の実施の形態】以下、図面に基づいて本発明における実施の形態を説明する。図4は、請求項1〜6に対応した実施形態のハード構成を示す図である。図4において、演算処理回路および制御回路など（図示せず）を有するCPUボード11には、通常速度でデータなどのやり取りを行うメインバス12と、高速度でデータなどのやり取りを行う高速ローカルバス13とが接続される。

【0038】このメインバス12にはディスクドライブ部14が接続され、ディスクドライブ部14には、画像処理プログラムなどが記録された記録媒体15が着脱される。また、メインバス12には、D/Aコンバータ16を介して表示装置17が接続される。さらに、メインバス12には、A/Dコンバータ18を介して撮像装置19が接続される。

【0039】また、メインバス12には、画像情報や度数分布などを格納するメモリ20と、CPUボード11からの指令に基づいて高速演算を実行する高速演算処理部21とが接続される。一方、CPUボード11、メモリ20および高速演算処理部21は、高速ローカルバス13を介して交互に接続される。

【0040】図5は、本実施形態の演算機能に関するブロック図である。なお、この図5は、記録媒体15に記録された画像処理プログラムをCPUボード11において実行した際に、メモリ20および高速演算処理部21などを用いて実現される機能をブロック単位に記載したものである。図5において、撮像装置19において撮像された入力画像と、新規の参照画像とは、入力処理部31を介して微分処理部33に入力される。

【0041】この微分処理部33の出力は、ハフ変換部34および連続エッジ抽出部35に入力され、ハフ変換部34の出力は、規格化処理部36に入力される。規格化処理部36の出力は、参照データ記憶部37および相関係数演算部38に個別に入力され、一方、連続エッジ抽出部35の出力は、画素計数部39に入力される。

【0042】画素計数部39の出力は、参照データ記憶部37およびエッジ類似性判定部40に個別に入力され、参照データ記憶部37の出力は、相関係数演算部38およびエッジ類似性判定部40に個別に入力される。相関係数演算部38の出力と、エッジ類似性判定部40の出力とは、個別に画像認識処理部41に入力される。

【0043】ここで、エッジ類似性判定部40から「エッジ部に関して類似性がない」との判定が出力されると、画像認識処理部41は、下記の指示（図5中に示す点線部）を発する。すなわち、画像認識処理部41は、ハフ変換部34、規格化処理部36および相関係数演算部38に対し、「ハフ変換にかかわる処理」の中断を指示し、かつ入力処理部31に対し次の処理の即時開始を指示する。

【0044】なお、請求項1に記載の発明と本実施形態との対応関係については、参照手段1は参照データ記憶部37に対応し、ハフ変換手段2はハフ変換部34に対応し、探査手段3は相関係数演算部38および画像認識処理部41に対応する。請求項2に記載の発明と本実施形態との対応関係については、探査手段3は、規格化処理部36、相関係数演算部38および画像認識処理部41に対応する。

【0045】請求項3に記載の発明と本実施形態との対応関係については、相関算出手段3aは相関係数演算部38に対応し、相関判定手段3bは画像認識処理部41に対応する。請求項4に記載の発明と本実施形態との対応関係については、連続エッジ抽出手段4は連続エッジ抽出部35に対応し、エッジ判定手段5は画素計数部39およびエッジ類似性判定部40に対応する。

【0046】請求項5に記載の発明と本実施形態との対応関係については、画像処理プログラムが記録された媒体が、記録媒体15に対応する。請求項6に記載の発明と本実施形態との対応関係については、画像処理プログラムが記録された媒体が、記録媒体15に対応する。図6は、本実施形態のデータフローを示す図である。

【0047】以下、図5、図6を中心にして本実施形態

の動作を説明する。

【画像処理プログラムの起動】まず、CPUボード11は、ディスクドライブ部14を用いて、記録媒体15から画像処理プログラムを読み出す。CPUボード11は、この画像処理プログラムを起動して、下記の動作を実行する。

【0048】（参照データの作成）まず、CPUボード11は、新規の参照画像について参照データの作成を次のように実行する。CPUボード11は、新規の参照画像を、撮像装置19、ディスクドライブ部14またはメモリ20などから取り込む。

【0049】この参照画像は、入力処理部31において平均化圧縮の処理が施される（ステップS1）。ここで、「平均化圧縮の処理」とは、例えば、画像を $2 \times 2$ 画素程度のブロックに区分し、各ブロックごとに濃度値エッジ強度 $|G| = (G_x^2 + G_y^2)^{1/2}$

を算出し、各画素のエッジ強度 $|G|$ を求める。微分処理部33は、各画素のエッジ強度 $|G|$ を閾値判定し、所定の閾値を越える画素を特徴点として抽出する（ステップS4）。

【0052】次に、微分処理部33は、特徴点のグラジエント $(G_x, G_y)$ に基づいて、

$$\text{勾配角 } \theta = \tan^{-1}(G_y / G_x) \quad \dots (7)$$

を算出し、この勾配角 $\theta$ を特徴点のデータとして記憶する（ステップS5）。なお、パターンエッジの方向角は、 $\tan^{-1}(G_x / G_y)$ となる。連続エッジ抽出部35は、特徴点のデータから、勾配角 $\theta$ が所定範囲内で一致し、かつ画素位置が連続した特徴点を、図8（α）に示すエッジ群ごとに、個々のグループ（以下「エッジグループ」という）に区分する。さらに、連続エッジ抽出部35は、これらエッジグループの勾配角 $\theta$ について平均値 $\theta_{av}$ を算出し、規格化を施した勾配角 $(\theta - \theta_{av})$

$$\text{垂線の長さ } \rho = x \cdot \cos \theta + y \cdot \sin \theta$$

を算出する。なお、図9（a）に示すように、ここでの垂線は、特徴点に位置するエッジの接線に向けて、原点から下ろした垂線のことである。

【0056】その結果、XY空間上で一直線上に並んでいたQ個の特徴点が、図9（b）に示すように、 $\rho - \theta$ ハフ空間上の一点 $(\rho, \theta)$ における累積度数Qに変換される（ステップS7）。なお、図10は、 $\rho - \theta$ ハフ空間上の度数分布を立体的に示した説明図である。規格化処理部36は、長さ $\rho$ の平均値 $\rho_{av}$ と、勾配角 $\theta$ の平均値 $\theta_{av}$ とに基づいて、

$$\rho = \rho / \rho_{av} \quad \dots (9)$$

$$\theta = \theta - \theta_{av} \quad \dots (10)$$

を算出し、 $\rho - \theta$ ハフ空間を $\rho$ 軸方向および $\theta$ 軸方向に規

$$\sigma_s = \left[ \frac{1}{n} \sum_{\rho, \theta} (S_{\rho, \theta} - S_{av})^2 \right]^{1/2} \quad \dots (12)$$

を算出して、度数分布 $S_{\rho, \theta}$ の標準偏差 $\sigma_s$ を求め、参照データ記憶部37に格納する（ステップS9）。な

の平均値やメディアン値などをとることにより、画素数を低減する処理である。この処理により、画像認識に必要な十分な程度まで参照画像の画素数が低減される。

【0050】微分処理部33は、この平均化圧縮後の参照画像に対して、図7（a）に示すPrewittのX方向オペレータをかけ、濃度値のグラジエントのX成分 $G_x$ を算出する（ステップS2）。なお、この $G_x$ は、パターンエッジ方向のY成分と同意である。さらに、微分処理部33は、平均化圧縮後の参照画像に対して、図7（a）に示すPrewittのY方向オペレータをかけ、濃度値のグラジエントのY成分 $G_y$ を算出する（ステップS3）。なお、この $G_y$ は、パターンエッジ方向のX成分と同意である。

【0051】微分処理部33は、各画素のグラジエント $(G_x, G_y)$ に基づいて、

を求める。

【0053】一方、画素計数部39は、各エッジグループに含まれる特徴点数Nを計数し、特徴点の総数Mで割った配分比 $(N/M)$ を算出する。画素計数部39は、この特徴点数の配分比 $(N/M)$ と、規格化された勾配角 $(\theta - \theta_{av})$ とを組にして、参照データ記憶部37に格納する（ステップS6）。その結果、参照データ記憶部37には、図8（β）に示すようなエッジグループに関する情報が蓄積される。

【0054】一方、ハフ変換部34は、特徴点の位置座標をXY両方向に平均化して、特徴点の重心位置を算出する。この重心位置を原点として、各特徴点の位置座標 $(x, y)$ を求める。

【0055】ハフ変換部34は、各特徴点ごとの位置座標 $(x, y)$ と勾配角 $\theta$ とに基づいて、

$$\dots (8)$$

格化する（ステップS8）。

【0057】このような規格化処理を施すことにより、例えば、図11に示す各種の画像では、倍率や回転角の違いが適正に抑制されて同じ度数分布が得られる。規格化処理部36は、規格化された $\rho - \theta$ ハフ空間上における参照画像の度数分布 $S_{\rho, \theta}$ を参照データ記憶部37に格納する。また、規格化処理部36は、参照画像の度数分布 $S_{\rho, \theta}$ を用いて、

【数1】

$$S_{av} = \frac{1}{n} \sum_{\rho, \theta} S_{\rho, \theta} \quad \dots (11)$$

【数2】

お、式中のnは、 $\rho - \theta$ ハフ面上の標本数である。

【0058】以上の動作により、新規の参照画像に対す

る参照データの作成が完了する。

(入力画像に対する画像認識処理)次に、入力画像に対する画像認識の処理動作を説明する。

【0059】まず、CPUボード11は、入力画像を、撮像装置19から取り込む。この入力画像は、入力処理部31において平均化圧縮の処理が施される(ステップS11)。微分処理部33は、この平均化圧縮後の入力画像に対して、PrewittのX方向オペレータをかけ、濃度値のグラジエントのX成分 $G_x$ を算出する(ステップS12)。

【0060】さらに、微分処理部33は、平均化圧縮後の入力画像に対して、PrewittのY方向オペレータをかけ、濃度値のグラジエントのY成分 $G_y$ を算出する(ステップS13)。微分処理部33は、グラジエント( $G_x$ ,  $G_y$ )の大きさを各画素ごとに算出し、エッジ強度 $|G|$ を求める。

【0061】微分処理部33は、各画素のエッジ強度 $|G|$ を閾値判定し、所定の閾値を越える画素を特徴点として抽出する(ステップS14)。次に、微分処理部33は、特徴点のグラジエント( $G_x$ ,  $G_y$ )の勾配角 $\theta$ を算出し、この勾配角 $\theta$ を特徴点のデータとして記憶する(ステップS15)。連続エッジ抽出部35は、特徴点のデータから、勾配角 $\theta$ が所定範囲内で一致し、かつ画素位置が連続した特徴点をエッジグループにグループ分けする。さらに、連続エッジ抽出部35は、これらエッジグループの勾配角 $\theta$ について平均値 $\theta_{av}$ を算出し、規格化を施した勾配角 $(\theta - \theta_{av})$ をエッジグループごとに求める。

【0062】一方、画素計数部39は、各エッジグループの特徴点数 $N$ を計数し、特徴点の総数 $M$ で割った配分

$$\sigma_t = \left[ \frac{1}{m} \sum_{\rho} \sum_{\theta} (T_{\rho\theta} - T_{av})^2 \right]^{1/2} \dots (14)$$

を算出して、度数分布 $T_{\rho\theta}$ の標準偏差 $\sigma_t$ を求める(ステップS19)。なお、式中の $m$ は、 $\rho\theta$ ハフ面上の標本数である。

【0066】相関係数演算部38は、参照データ記憶部

$$C_{st} = \frac{1}{k} \sum_{\rho} \sum_{\theta} (S_{\rho\theta} - S_{av})(T_{\rho\theta} - T_{av}) \dots (15)$$

を算出し、共分散 $C_{st}$ を求める(ステップS20)。なお、(15)式中の $k$ は、 $\rho\theta$ ハフ面上の標本数である。

【0067】さらに、相関係数演算部38は、参照データ記憶部37に格納された参照画像の標準偏差 $\sigma_s$ を読み出し、入力画像の標準偏差 $\sigma_t$ および共分散 $C_{st}$ の値と併せて、

$$P = C_{st} / (\sigma_s \cdot \sigma_t) \dots (16)$$

を算出し、度数分布 $S_{\rho\theta}$ ,  $T_{\rho\theta}$ の間の相互相関係数 $P$ を求める(ステップS21)。

比 $(N/M)$ を算出する。ここで、エッジ類似性判定部40は、入力画像側の勾配角 $(\theta - \theta_{av})$ および配分比 $(N/M)$ が、参照データ記憶部37内のエッジグループに関する情報と許容範囲内で一致するか否かを判定する。

【0063】許容範囲内で一致しない場合、画像認識処理部41は、入力画像内に参照画像が存在しないと即断して、画像認識の処理動作を中断する(ステップS22)。一方、許容範囲内で一致した場合、画像認識処理部41は、入力画像内に参照画像が存在する可能性が高いと判断して、 $\rho\theta$ ハフ空間上の画像認識処理を次のように開始する。

【0064】まず、ハフ変換部34は、入力画像の特徴点について位置座標を $XY$ 両方向に平均化して、特徴点の重心位置を算出する。この重心位置を原点として、各特徴点の位置座標 $(x, y)$ を求める。ハフ変換部34は、各特徴点ごとの位置座標 $(x, y)$ と勾配角 $\theta$ とを(8)式に代入して、垂線の長さ $\rho$ を算出する(ステップS17)。

【0065】規格化処理部36は、長さ $\rho$ の平均値 $\rho_{av}$ と、勾配角 $\theta$ の平均値 $\theta_{av}$ とに基づいて、(9)式、(10)式を算出し、 $\rho\theta$ ハフ空間を $\rho$ 軸方向および $\theta$ 軸方向に規格化する(ステップS18)。規格化処理部36は、規格化された $\rho\theta$ ハフ空間上における入力画像の度数分布 $T_{\rho\theta}$ を用いて、

$$T_{av} = \frac{1}{m} \sum_{\rho} \sum_{\theta} T_{\rho\theta} \dots (13)$$

【数4】

37に格納された参照画像の度数分布 $S_{\rho\theta}$ と、入力画像の度数分布 $T_{\rho\theta}$ とに対して、

【数5】

【0068】画像認識処理部41は、この相互相関係数 $P$ の絶対値を閾値判定する(ステップS22)。もし、この絶対値が所定の閾値(例えば、0.8程度)を超えた場合、画像認識処理部41は、入力画像内に参照画像が存在すると判定する。一方、この絶対値が所定の閾値を超えない場合、画像認識処理部41は、入力画像内に参照画像が存在しないと判定する。

【0069】以上説明した動作により、本実施形態では、入力画像内に参照画像が存在するか否かを確実に判定することができる。また、 $\rho\theta$ ハフ空間上では、画像上の直線が一点に集約されるため、画像を構成する複雑



な線分が、単純な点の度数分布に変換される。したがって、本実施形態では、点の度数分布について相関判定を行えばよく、演算処理量を格段に低減することができる。

【0070】さらに、本発明では、単純な度数分布の形式で参照画像を記録するので、参照画像の記憶に必要な記憶容量を格段に節約することができる。特に、文字認識を行う装置では、多数の参照画像を記録することになるので、本発明は非常に好適である。また、本実施形態では、規格化された $\rho\theta$ ハフ空間上において、相関判定を行う。この規格化された $\rho\theta$ ハフ空間上では、入力画像と参照画像との間に本来存在する倍率および回転角の違いを無視して、相互の相関を判定することができる。そのため、回転または拡大縮小された参照画像を、入力画像内から簡便かつ高速に探索することが可能となる。

【0071】さらに、相関判定に相互相関係数 $P$ を用いているので、参照画像と入力画像との間の「画素密度の違い」や「特徴点数の違い」を考慮せずに、入力画像内に参照画像が存在するか否かを判断することができる。また、本実施形態では、画像認識の事前処理として、エッジグループに関する情報を比較しているので、探索すべき候補を的確に絞って、度数分布の相関判定を実施することができる。したがって、画像認識に要する処理時間を大幅に短縮することができる。

$$P^2 = \frac{[\sum_{\rho\theta} (S_{\rho\theta} - S_{av}) (T_{\rho\theta} - T_{av})]^2}{[\sum_{\rho\theta} (T_{\rho\theta} - T_{av})^2] [\sum_{\rho\theta} (S_{\rho\theta} - S_{av})^2]} \quad \dots (17)$$

例えば、上式を用いて、相互相関係数 $P$ の二乗値（いわゆる寄与率）を算出し、この二乗値の閾値判定により、入力画像内に参照画像が存在するか否かを判定してもよい。このような構成では、相互相関係数 $P$ の算出に必要な平方根演算を省くことができるので好適である。

【0075】さらに、上述した実施形態では、エッジ群の各画素数 $N$ を特徴点の総数 $M$ で規格化しているが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、エッジ群の各画素数 $N$ について、相関判定を行うものでもよい。また、上述した実施形態では、画像処理プログラムを記録した媒体の種類について述べていないが、本発明は、この媒体の種類に限定されるものではない。例えば、ROM（読み出し専用メモリ）、半導体記録媒体、光記録媒体、磁気記録媒体または光磁気記録媒体などでもよい。

【0076】さらに、上述した実施形態では、画像のエッジ部分を抽出して特徴点としているが、本発明はこの処理を必ずしも必要とするものではない。例えば、白黒の線画などでは、エッジ部分を抽出せずに、白または黒のどちらかを特徴点とすればよい。また、上述した実施形態では、Prewittのオペレータを使用して濃度

【0072】なお、上述した実施形態では、入力画像内に参照画像が存在するか否かの判定のみを行っているが、本発明の適用用途はこれに限定されるものではない。例えば、図12に示すように、入力画像の一部領域を切り出して、その一部領域内に参照画像が存在するか否かを、実施形態と同様に判定してもよい。また、この一部領域を主走査および副走査することにより、参照画像を含む一部領域を入力画像内から探索することもできる。

【0073】また、上述した実施形態では、参照画像が単数の場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。複数の参照画像について実施形態と同様の判定を逐次に行ってもよい。さらに、上述した実施形態では、度数分布の相関判定に相互相関係数 $P$ を用いているが、本発明はこれに限定されるものではなく、相関判定の手法ならばなんでもよい。例えば、残差逐次検定法（SSDA法）や差分二乗和法などのマッチング手法を用いて、度数分布の相関判定を行ってもよい。

【0074】また、上述した実施形態では、度数分布の相関判定のために、相互相関係数 $P$ を算出しているが、本発明はこれに限定されるものではなく、相互相関係数に変換可能な数値を算出してもよい。

【数7】

値のグラジエントを得ているが、空間微分フィルタならば如何なるものでも使用できる。例えば、図7(b)に示すようなSobelのオペレータなどを用いて、グラジエントを算出してもよい。

【0077】さらに、上述した実施形態では、画像処理プログラムの実行により一連の動作を行なっているが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、図5に示すような構成の一部もしくは全部を、ゲートアレイ回路やカスタムICその他のハード構成に置き換えて実現してもよい。また、上述した実施形態では、高速演算処理部21を有する装置について述べたが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、一般的なコンピュータを用いて、図6に示すようなデータ処理を行なってもよい。

【0078】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1に記載の発明では、入力画像と参照画像とを $\rho\theta$ ハフ空間上で相関判定することにより、入力画像内に参照画像が存在するか否かを確実に判定することができる。通常、 $\rho\theta$ ハフ空間上では、画像上の直線が一点に集約されるため、画像を構成する複雑な線分は、単純な点の度数分布に変

換される。したがって、本発明では、単純な点の度数分布について相関判定を行えばよいことが多く、相関判定に所要する演算処理量を低減することができる。

【0079】また、上記のように相関判定に所要する演算処理量が低減されるので、参照画像の探査に所要する時間を効率的に短縮することが可能となる。そのため、高速な画像処理が要求される用途に好適である。さらに、参照画像をビットマップ形式などで記録する場合に比べ、本発明では、 $\rho\theta$ ハフ空間上の単純な度数分布の形式で参照画像を記録すればよい。そのため、記憶すべき情報量が一般的に少なくなる。したがって、参照手段の記憶容量を効率的に節約したり、従来よりも多数の参照画像を記録することが可能となる。

【0080】特に、文字認識を行う装置では、多数の参照画像を記録することになるので、本発明は非常に好適である。請求項2に記載の発明では、規格化された $\rho\theta$ ハフ空間上において、度数分布の相関を判定する。この規格化された $\rho\theta$ ハフ空間上では、入力画像と参照画像との間に本来存在する倍率および回転角の違いが抑制される。そのため、倍率や回転角の違いにそれ程左右されずに、相互の相関を的確に判定することができる。その結果、回転または拡大縮小された参照画像についても、入力画像内から簡便かつ高速に探査することが可能となる。

【0081】特に、従来の一般化ハフ変換を採用した画像処理装置では、倍率と回転角とを広範囲にわたって細かく変更しながら、複雑な演算処理を何度も繰り返す必要があった。しかしながら、請求項2の発明では、倍率や回転角の違いが簡単に抑制できるので、そのまま相関判定を行ったり、あるいは、倍率や回転角を僅かにずらして相関判定を行えば足りる。したがって、演算処理量が一段と低減し、演算処理時間を大幅に短縮することが可能となる。

【0082】請求項3に記載の発明では、相互相関係数に基づいて度数分布の相関を判定する。したがって、参照画像と入力画像との間における画素密度の違いや特徴点数の違いにそれ程左右されずに、入力画像内に参照画像が存在するか否かを的確に判断することができる。請求項4にかかわる画像処理装置では、エッジ群の画素数の配分を比較するので、探査すべき画像の候補を簡便かつ迅速に絞り込むことができる。

【0083】したがって、相関が低い画像を簡便かつ迅速に除外し、探査処理に要する処理時間を効率的に短縮することができる。請求項5にかかわる媒体では、この媒体上の画像処理プログラムを、コンピュータにおいて実行することにより、請求項1～3のいずれか1項に記載された構成要件が全て揃う。したがって、請求項1～3のいずれか1項に記載の画像処理装置として、コンピュータを機能させることができる。

【0084】請求項6にかかわる媒体では、この媒体上

の画像処理プログラムを、コンピュータにおいて実行することにより、請求項4に記載された構成要件が全て揃う。したがって、請求項4に記載の画像処理装置として、コンピュータを機能させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】請求項1、2に記載の発明に対応する原理ブロック図である。

【図2】請求項3に記載の発明に対応する原理ブロック図である。

【図3】請求項4に記載の発明に対応する原理ブロック図である。

【図4】請求項1～6に対応した実施形態のハード構成を示す図である。

【図5】記録媒体15に記録された画像処理プログラムをCPUボード11において実行した際に、CPUボード11、メモリ20および高速演算処理部21などを用いて実現される機能をブロック単位に記載した図である。

【図6】本実施形態のデータフローを示す図である。

【図7】空間上の微分フィルタの一例を示す図である。

【図8】エッジグループに関する情報を説明する図である。

【図9】ハフ変換を説明する図である。

【図10】 $\rho\theta$ ハフ空間上の度数分布を立体的に示した説明図である。

【図11】 $\rho\theta$ ハフ空間上における規格化処理の説明図である。

【図12】XY空間におけるパターンマッチングを説明する図である。

【図13】一般化ハフ変換による代表的な画像処理（従来例）を説明する図である。

【符号の説明】

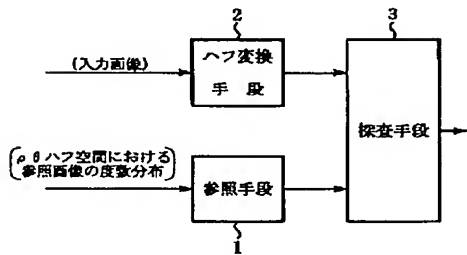
- 1 参照手段
- 2 ハフ変換手段
- 3 探査手段
- 3a 相関算出手段
- 3b 相関判定手段
- 4 連続エッジ抽出手段
- 5 エッジ判定手段
- 11 CPUボード
- 12 メインバス
- 13 高速ローカルバス
- 14 ディスクドライブ部
- 15 記録媒体
- 16 D/Aコンバータ
- 17 表示装置
- 18 A/Dコンバータ
- 19 撮像装置
- 20 メモリ
- 21 高速演算処理部

- 31 入力処理部  
33 微分処理部  
34 ハフ変換部  
35 連続エッジ抽出部  
36 規格化处理部  
37 参照データ記憶部

- 38 相関係数演算部  
39 画素計数部  
40 エッジ類似性判定部  
41 画像認識処理部  
72 参照テーブル

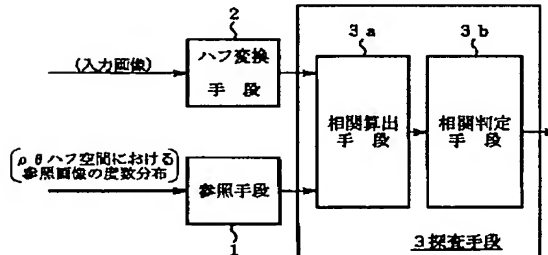
【図1】

請求項1、2に記載の発明に対応する原理ブロック図



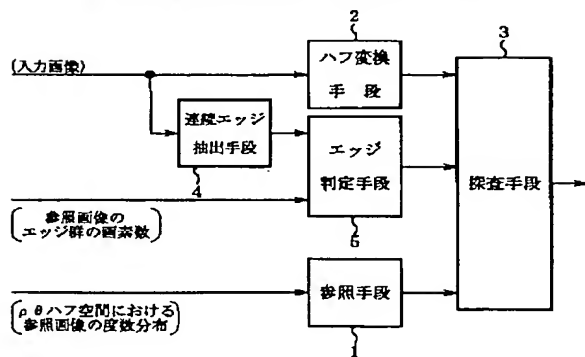
【図2】

請求項9に記載の発明に対応する原理ブロック図



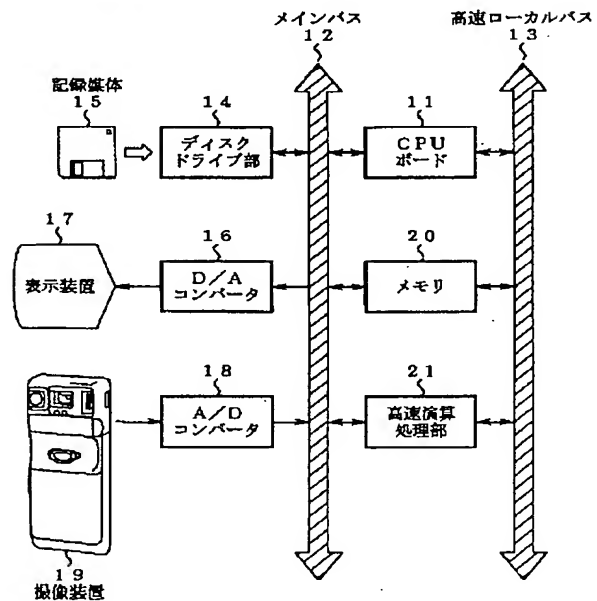
【図3】

請求項4に記載の発明に対応する原理ブロック図



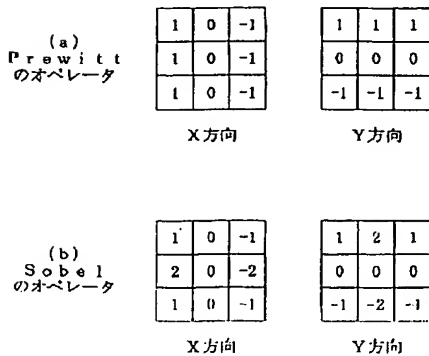
【図4】

請求項1～6に対応した実施形態のハード構成を示す図

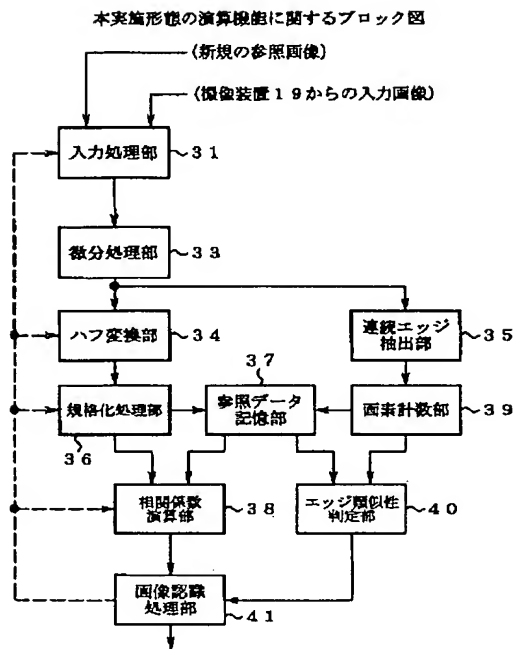


【図7】

空間上の微分フィルタの一例を示す図

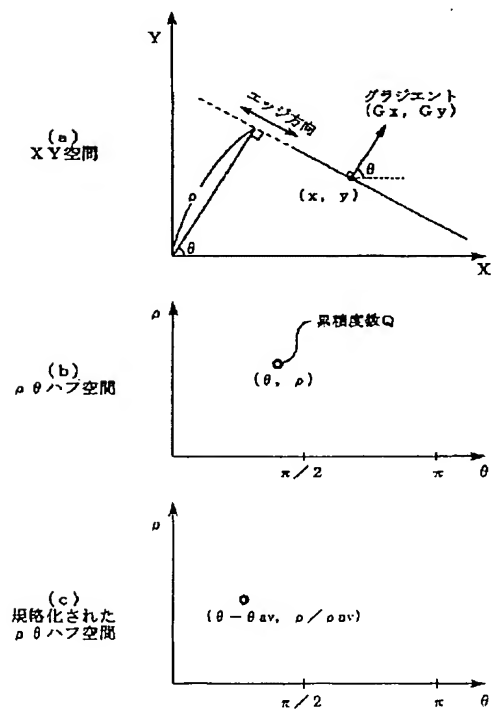


【図5】



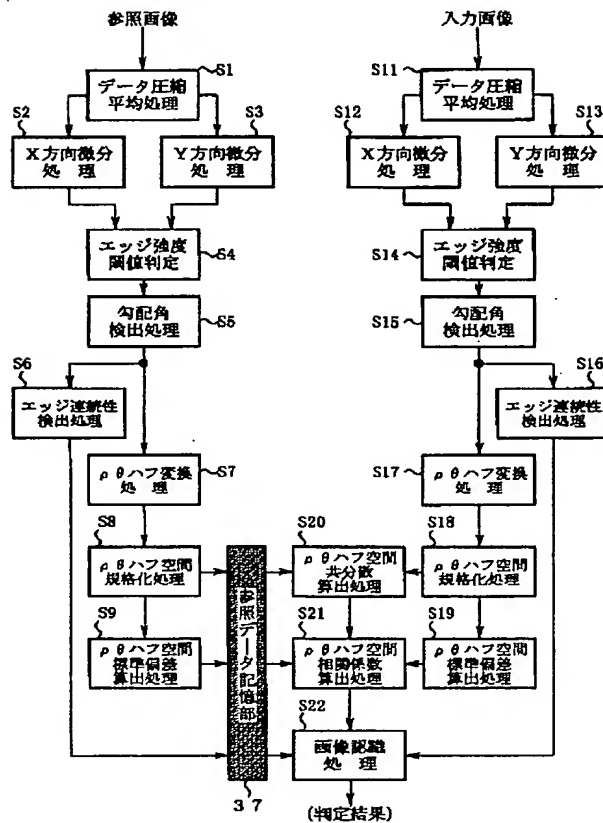
【図9】

ハフ変換を説明する図

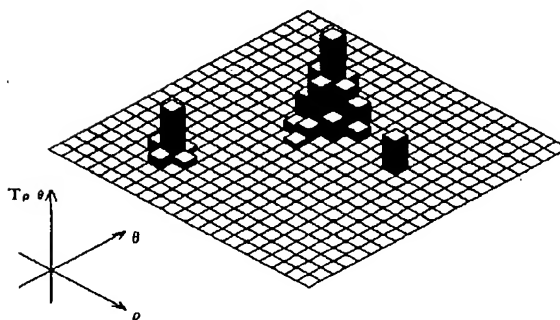


【図6】

本実施形態のデータフローを示す図

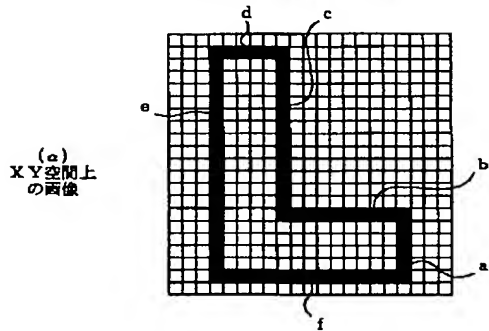


【図10】

 $\rho$ - $\theta$  ハフ空間における度数分布を示す説明図

【図 8】

エッジグループに関する情報を説明する図



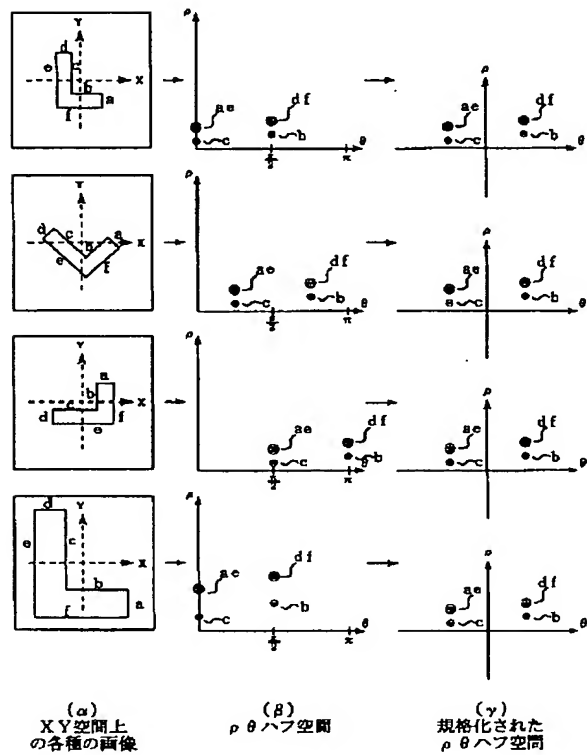
(β) 参照データ記憶部内のエッジグループに関する情報

ポイント p →

$\theta a - \theta_{av}$
$N a / M$
$\theta b - \theta_{av}$
$N b / M$
$\theta c - \theta_{av}$
$N c / M$
$\theta d - \theta_{av}$
$N d / M$
$\theta e - \theta_{av}$
$N e / M$
$\theta f - \theta_{av}$
$N f / M$

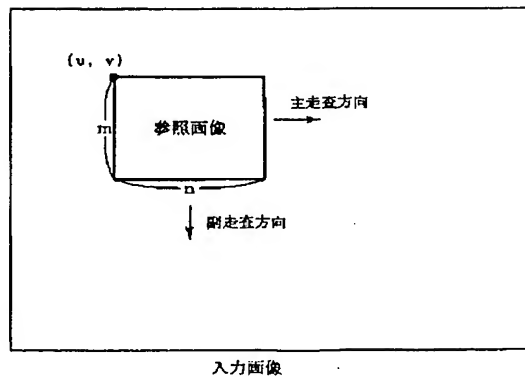
$\theta a \sim \theta f$  . . . エッジグループ a ~ f の勾配角  
 $\theta_{av}$  . . . エッジ部分の勾配角の平均値  
 $N a \sim N f$  . . . エッジグループ a ~ f の画素数  
 $M$  . . . エッジ部分の総画素数

【図 11】

 $\rho, \theta$  ハフ空間における規格化処理の説明図

【図 12】

XY空間におけるパターンマッチングを説明する図



【図13】

一般化ハフ変換による画像認識処理（従来例）を説明する図

